

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 36 15876 A1

⑳ Aktenzeichen: P 36 15 876.3  
㉑ Anmeldetag: 10. 5. 86  
㉒ Offenlegungstag: 12. 11. 87

⑤① Int. Cl. 4:  
G01 N 33/00  
G 01 N 27/50  
G 01 N 35/00  
// G06F 15/46

DEUTSCHES PATENTAMT

DE 3615876 A1

㉑ Anmelder:

ifg elektronik Dr. Ing. L. Fabian GmbH, 5840  
Schwerte, DE

㉒ Vertreter:

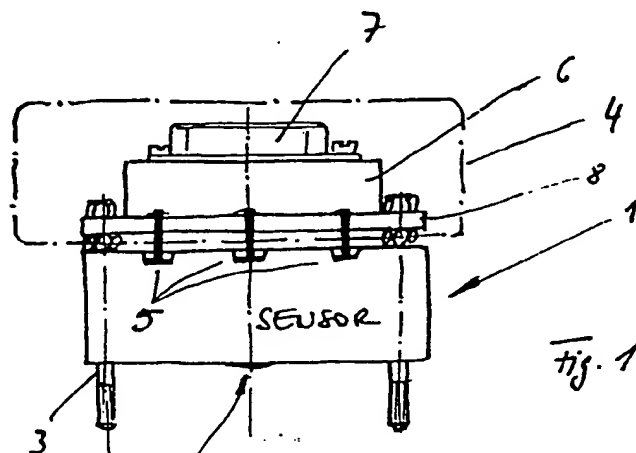
Meinke, J., Dipl.-Ing.; Dabringhaus, W., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anw., 4600 Dortmund

㉓ Erfinder:

Fabian, Lajos, Dr.-Ing., 5880 Lüdenscheid, DE; Grahl,  
Siegfried, 5800 Hagen, DE

⑥④ Verfahren und Vorrichtung zum Analysieren von Gasen

Bei einem Verfahren zum Messen von physikalischen und/oder chemischen Größen, insbesondere zum Analysieren von Gasen über Sensoren, soll eine Lösung geschaffen werden, mit der Gase über austauschbare Sensoren analysierbar sind, d. h. mit denen erreicht werden kann, daß die Meßwerte beliebig reproduzierbar und sehr genau sind, wobei eine weitere Aufgabe der Erfindung darin besteht, eine entsprechende Vorrichtung und Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens bereitzustellen, ohne daß die Erfindung auf die spezielle Art der Gasanalyse beschränkt wäre. Dies wird dadurch erreicht, daß entsprechend der Anzahl der zu messenden Größen bzw. Bestandteile eine Anzahl von Sensoren eingesetzt wird, wobei jeder Sensor eine Meßgröße für jede der zu ermittelnden Größen liefert, diese Mehrzahl von Meßgrößen von jedem Sensor einem Rechner zugeführt wird und der Rechner aus der Summe der empfangenen Werte zu jeder Meßgröße einen entsprechenden Meßwert errechnet und zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung stellt.



BEST AVAILABLE COPY

DE 3615876 A1

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Messen von physikalischen und/oder chemischen Größen, insbesondere zum Analysieren von Gasen über Sensoren, dadurch gekennzeichnet, daß eine entsprechend der Anzahl der zu messenden Größen bzw. Bestandteile Anzahl von Sensoren eingesetzt werden, wobei jeder Sensor eine Meßgröße für jede der zu ermittelnden Größen liefert, diese Mehrzahl von Meßgrößen von jedem Sensor einem Rechner zugeführt wird und der Rechner aus der Summe der empfangenen Werte zu jeder Meßgröße einen entsprechenden Meßwert errechnet und zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung stellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die von jedem Sensor ermittelten Werte vom Rechner über ein lineares Gleichungssystem mit einer Anzahl von Unbekannten entsprechend der Anzahl der zu messenden Werte verarbeitet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Sensor zur Normierung mit einem eigenen Prozessor ausgerüstet und in der Gebrauchslage der Prozessor mit den Meßdaten anderer Sensoren in der Vorrichtung versorgt wird.

4. Vorrichtung insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach den vorangehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß sie mit einer der zu messenden Größen entsprechenden Anzahl von Sensoren (1) ausgerüstet ist, wobei die Sensoren (1) wirkmäßig mit einem Rechner (9) in Verbindung stehen und diesem Rechner für jede zu messende Größe einen Meßwert zur Verfügung stellen.

5. Vorrichtung nach dem Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Werte eines Sensors (1) für andere, für ihn unspezifische Meßgrößen, die er an einen Rechner (9) weiterliefert, auch dem Wert "0" entsprechen können.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Sensor (1) mit einem eigenen Prozessor (9) ausgestattet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Sensor (1) einen meßgrößenspezifischen Prozessor (9) aufweist und dieser Prozessor (9) seiner Spezifikation entsprechende Werte der anderen Sensoren aufnimmt und nachfolgend verarbeitet.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Prozessor (9) jedes Sensors (1) eine digitalisierte Information an einen Rechner weitergibt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß allen Sensoren (9) über einen Temperaturmesser eine weitere Information zugeführt wird und mit Hilfe dieser Temperaturmessung eine Temperaturkompensation über die jeweiligen Prozessoren erfolgt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Sensor (1) über seinen Prozessor (9) werkseitig vorjustiert ist, derart, daß er in ein entsprechendes Meßgerät ohne Nachjustierung einbaubar ist.

## Beschreibung

Die Erfindung richtet sich auf ein Verfahren zum Messen von physikalischen und/oder chemischen Grö-

ßen, insbesondere zum Analysieren von Gasen über Sensoren sowie einer Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens.

Im Zuge der Untersuchung auf Unverträglichkeit von Abgasen gegenüber der Umwelt sind eine Reihe von Gasanalyse- und -überwachungsverfahren und die dazugehörigen Geräte bekannt geworden. Dabei ist es bekannt, Gase von Sensoren analysieren zu lassen, die gegenüber spezifischen Gasbestandteilen bekannter Natur Empfindlichkeiten aufweisen und diese daher für den Benutzer kenntlich machen können.

Derartige Gassensoren haben aber den Nachteil, daß sie nicht mit vorbestimmbaren Eigenschaften und Meßtoleranzen herstellbar sind, so daß die Sensoren entweder geeicht werden müssen oder aber die Meßwerte nur eine Bandgenauigkeit aufweisen können, die häufig den gewünschten Anforderungen nicht mehr entspricht.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Lösung, mit der Gase über austauschbare Sensoren analysierbar sind, d.h. mit denen erreicht werden kann, daß die Meßwerte beliebig reproduzierbar und sehr genau sind, wobei eine weitere Aufgabe der Erfindung darin besteht, eine entsprechende Vorrichtung und Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens bereitzustellen, ohne daß die Erfindung auf die spezielle Art der Gasanalyse beschränkt wäre.

Bei einem Verfahren der eingangs bezeichneten Art wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß eine der Anzahl der zu messenden Größen bzw. Bestandteile entsprechende Zahl von Sensoren eingesetzt wird, wobei jeder Sensor eine Meßgröße für jede der zu ermittelnden Größen liefert, diese Anzahl von Meßgrößen von jedem Sensor einem Rechner zugeführt wird und der Rechner aus der Summe der empfangenen Werte zu jeder Meßgröße einen entsprechenden Meßwert errechnet und zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung stellt.

Die Erfindung macht sich zu Nutze, daß Sensoren Konzentrationen von Gasen messen können auch dann, wenn sie für diese nicht ihre Hauptempfindlichkeit aufweisen, sondern beispielsweise eine entsprechende Querempfindlichkeit. Sind z.B. bei einem Abgas fünf Komponenten zu messen, so sind fünf spezifische Sensoren vorgesehen, die allerdings für jeden Gasbestandteil einen Wert an den zugehörigen Rechner liefern, selbst dann, wenn dieser Wert von einem entsprechenden Sensor gar nicht erfaßbar ist und daher von dem entsprechenden Sensor mit "0" angegeben wird.

Durch die Verfahrensweise ist es möglich, daß die von jedem Sensor ermittelten Werte vom Rechner über ein lineares Gleichungssystem mit einer Anzahl von Unbekannten entsprechend der Anzahl der zu messenden Werte verwertbar ist, wie dies die Erfindung ebenfalls vorsieht. Gegenüber anderen bisher bekannten Ermittlungsarten hat die Erfindung den Vorteil, daß durch die möglichen linearen Gleichungssysteme sehr einfache Rechner und damit sehr wirtschaftlich herzustellende Meßeinheiten möglich gemacht werden.

In Weiterentwicklung sieht die Erfindung vor, daß jeder Sensor zur Normierung mit einem eigenen Prozessor ausgerüstet und in der Gebrauchslage der Prozessor mit den Meßdaten anderer Sensoren in der Vorrichtung versorgt wird.

Diese Verfahrensweise macht es möglich, daß jeder Sensor mit einer eigenen Elektronik ausrüstbar ist, was bedingt, daß die Sensoren werkseitig nicht mehr vorjustiert werden müssen, da die zugeordneten Prozessoren diese Aufgabe im Einsatz direkt übernehmen können.

Die Erfindung sieht auch eine Vorrichtung insbesondere zur Durchführung des Verfahrens vor, die sich dadurch auszeichnet, daß sie mit einer der zu messenden Größen entsprechenden Anzahl von Sensoren ausgerüstet ist, wobei die Sensoren wirkmächtig mit einem Rechner in Verbindung stehen und dieser Rechner für jede zu messende Größe einen Meßwert zur Verfügung stellt.

Diese Vorrichtung kann beispielsweise von einem Meßkoffer gebildet sein, der von dem Benutzer jederzeit mitgeführt werden kann. Mit einem derartigen Meßkoffer lassen sich beispielsweise die Abgaswerte von Heizanlagen ebenso schnell ermitteln, wie die Abgaswerte von Auspuffanlagen, von Kraftfahrzeugen od. dgl. mehr. Sind die Sensoren nicht gegen Gase geeicht, sondern gegen Inhalte von Flüssigkeiten, so können Gewässerproben entsprechend analysiert werden, das Kondensat bei Heizanlagen, die Bestandteile von Heizöl, Benzin od. dgl.

Die Erfindung sieht auch vor, daß die Werte eines Sensors für andere, für ihn unspezifische Meßgrößen, die er an einen Rechner weiterliefert, auch dem Wert "0" entsprechen können. Wie weiter oben zum Verfahren bereits ausgeführt, kompensieren die Sensoren entsprechend der Anzahl der zu messenden Größen innerhalb der Vorrichtung auch dann entsprechende Meßfehler, wenn sie dem System den Wert "0" liefern, da alle Meßgrößen in Form von linearen Gleichungssystemen über die zugeordneten Rechner ermittelbar sind.

Die Erfindung sieht auch vor, daß jeder Sensor mit einem eigenen Prozessor ausgestattet ist, wobei es besonders vorteilhaft ist, wenn jeder Sensor einen meßgrößenspezifischen Prozessor aufweist und dieser Prozessor seiner Spezifikation entsprechende Werte der anderen Sensoren aufnimmt und nachfolgend verarbeitet.

Mit der letzten Maßnahme läßt sich der Aufwand an Rechner-Hardware vergleichsweise gering halten, da der Prozessor jedes Sensors bereits eine Fülle von Rechenfunktionen übernehmen kann.

Insbesondere kann jeder Prozessor eines jeden Rechners eine digitalisierte Information an einen weiteren Rechner liefern, was die Gesamtauswertung wieder um ein wesentliches erleichtert.

Anders als bei bekannten Systemen, läßt sich mit der Erfindung eine weitere Erhöhung der Meßgenauigkeit dadurch erzielen, daß allen Sensoren über einen Temperaturmesser eine weitere Information zugeführt wird und mit Hilfe dieser Temperaturmessung eine Temperaturkompensation über die jeweiligen Prozessoren erfolgt.

Die zusätzliche Temperaturmessung versetzt den Benutzer einer derartigen Vorrichtung in die Lage, von Temperatureinflüssen möglichst unabhängig zu sein, dies betrifft einmal die Umgebung seiner Meßstelle ebenso wie die Temperatur der zu messenden Fluide, wobei mit dem Ausdruck Fluide sowohl Gase als auch Flüssigkeiten gemeint sein können.

Weitere Vorteile, Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aufgrund der nachfolgenden Beschreibung sowie anhand der Zeichnung. Diese zeigt in

Fig. 1 die Seitenansicht auf einen Sensor nach der Erfindung,

Fig. 2 die Aufsicht auf den Sensor,

Fig. 3 die räumliche Darstellung einer Elektronik-Platine zum Aufsetzen auf den Sensor nach Fig. 1,

Fig. 4 ein Blockschaltbild der Meßelektronik nach der Erfindung,

Fig. 5 eine mögliche Schaltungsausgestaltung der Erfindung sowie in

Fig. 6 eine abgewandelte Schaltungsgestaltung nach der Erfindung.

Der allgemein mit 1 bezeichnete Sensor nach Fig. 1 weist eine Meßmembran 2 auf seiner Unterseite und Montagestifte 3 auf, mit denen er an ein Analysegerät anschließbar ist, worauf es nach der vorliegenden Erfindung nicht näher ankommt.

Auf seiner der Meßmembran abgewandten Seite trägt der Sensor 1 im Beispiel nach den Fig. 1 und 2 eine Anschlußelektronik 4, die strichpunktirt umrahmt ist und die im folgenden mit A, B und C bezeichneten Anschlüsse 5, ein Gehäuse 6 und einen Stecker bzw. eine Kupplung 7 trägt. Über die Anschlüsse A bis C werden die von der Meßmembran 2 und den entsprechenden Meßfühlern ermittelten Meßwerte aufgenommen, umgesetzt und weitergegeben. Die Montageplatte ist im Falle der Fig. 1 mit 8 bezeichnet. Sie kann als Kreisscheibe (s. Fig. 2) ausgebildet sein oder aber auch als übliche gedruckte Schaltung, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist. In diesem Falle ist die Platine mit 8a bezeichnet. Sie trägt wenigstens einen Mikroprozessor 9, einen Stecker 7a und weitere Elektronik-Bauteile 10 bis 12, wobei das Elektronikbauteil 12 als Temperaturfühler zur Sensorkompensation ausgestaltet ist.

In Fig. 4 ist ein mögliches Blockschaltbild dargestellt, wobei dem mit 1 bezeichneten Block für den Sensor der bereits zuvor erwähnte Temperaturfühler 12 zur Kompensation zugeordnet ist. Der mit 13 bezeichnete und folgende Block dient als Meßverstärker bzw. zur Sensoranpassung; der mit 14 bezeichnete Wandler kann beispielsweise ein U/F-Wandler, d.h. ein Spannungs/Frequenzwandler sein oder A/D-Wandler od. dgl. Mit 15 ist die Schnittstelle bezeichnet. Diese kann asynchron seriell, synchron seriell, binär oder analog gestaltet sein oder in anderer Weise.

Grundsätzlich sind eine Reihe von Schaltungen möglich, wobei zwei Varianten in den Fig. 5 und 6 wiedergegeben sind. Die Schaltungselemente sind in den dargestellten Beispielen strichpunktirt eingerahmt. Die Rahmen sollen im wesentlichen den Symbolen des Blockschaltbildes gemäß Fig. 4 entsprechen, wobei im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 die Blöcke 14 und 15 zu einem Block zusammengefaßt sind, während beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 6 die Blöcke 13 und 14 zusammengefaßt sind. Die entsprechenden Bezugsziffern befinden sich innerhalb der strichpunktirten Rahmen.

Im Falle der Fig. 4 ist der mit 16 bezeichneten Schnittstelle ein Mikroprozessor 17 bzw. 9 vorgeschaltet, der als ROM, PROM oder auch als EPROM ausgeführt sein kann, je nach Ausbaustufe des Systemes. Dabei soll der Mikroprozessor 17 nach dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 mit einem Analogausgang ausgerüstet sein. Zur Sensorkompensation ist der Temperaturfühler 12 über eine Leitung 18 und einen Verstärker 19 dem Mikroprozessor 17 zugeschaltet.

In Abwandlung hierzu zeigt Fig. 6 die Möglichkeit, eine Spannungs/Frequenzwandlung vorzunehmen, der mit 17a bezeichnete Mikroprozessor, der der Schnittstelle 16a vorgeschaltet ist, ist daher mit einem Zähler-eingang versehen. Auch der Temperaturfühler beaufschlagt zunächst einen U/F-Wandler 20 und dann erst den Mikroprozessor 17a.

Natürlich sind die beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung noch in vielfacher Hinsicht abzuändern, ohne den Grundgedanken zu verlassen. Dies gilt

BEST AVAILABLE COPY

sowohl für die schaltungstechnische Auslegung als auch  
die körperliche Gestaltung des Sensors.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

3615876

Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

36 15 876  
G 01 N 33/00  
10. Mai 1986  
12. November 1987

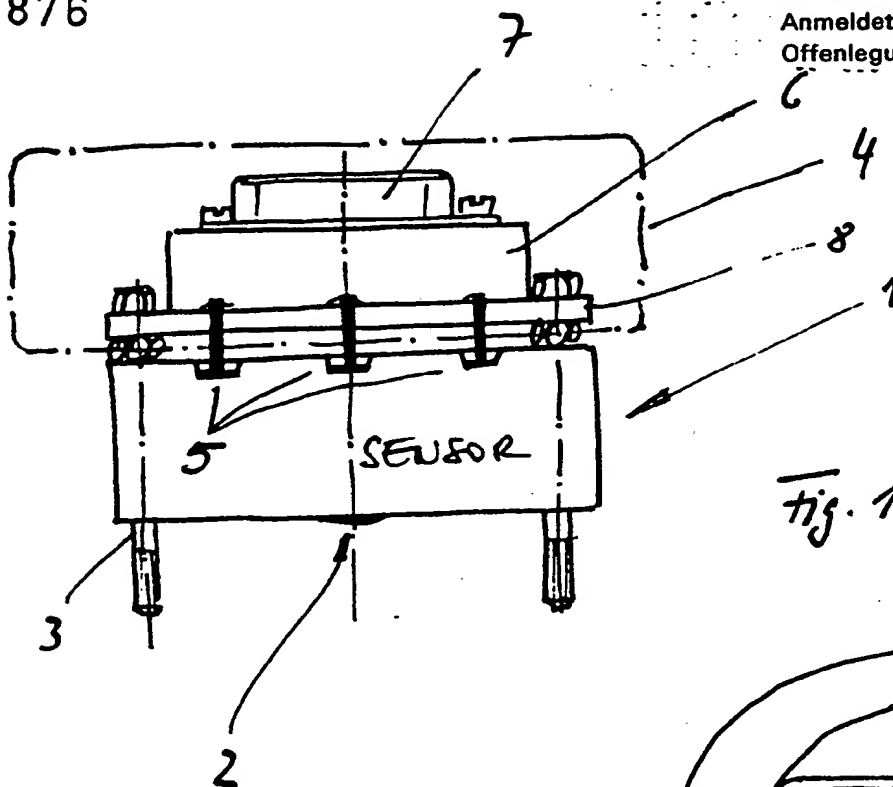


Fig. 1

Fig. 2

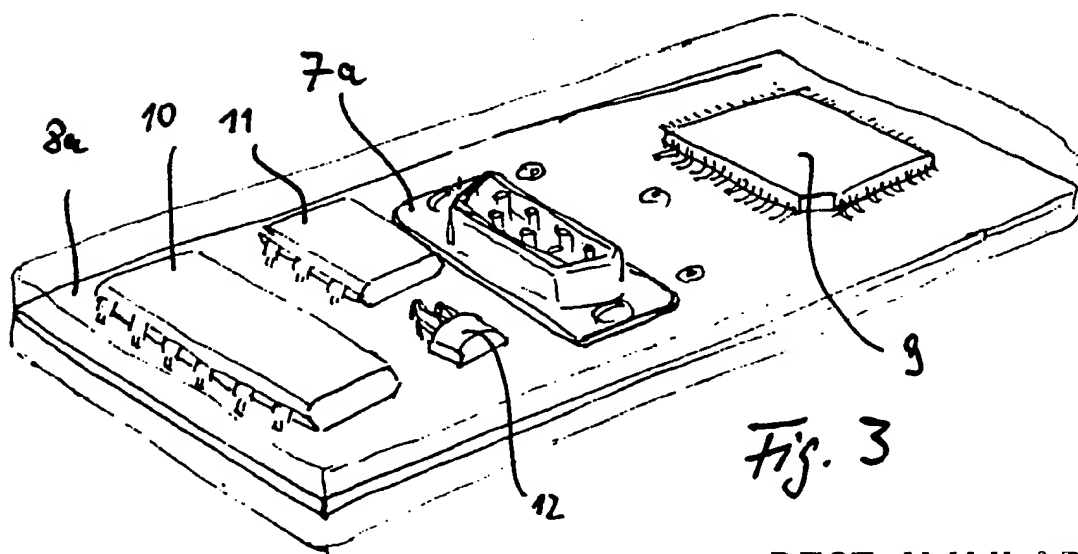
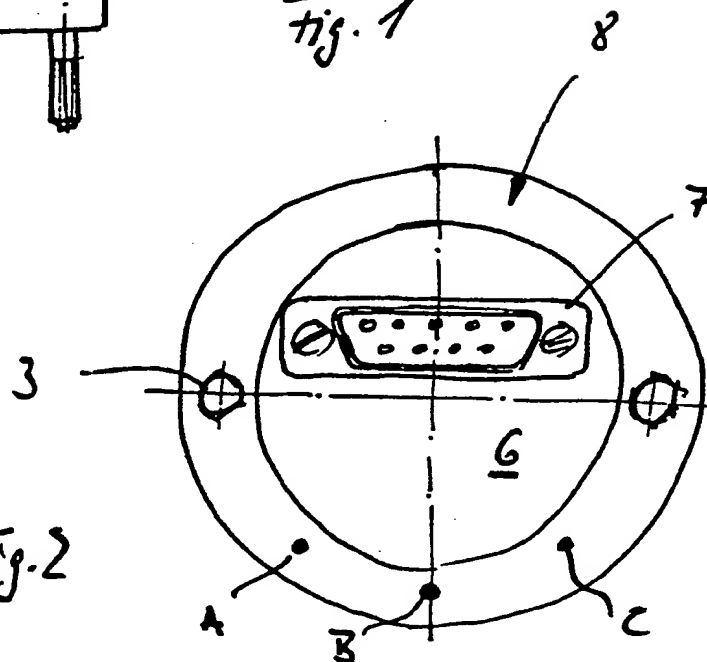


Fig. 3

BEST AVAILABLE COPY

